

**MENU** **SEARCH** **INDEX** **DETAIL** **JAPANESE**

1 / 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-177534

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl. H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04B 10/20

(21)Application number : 10-275116

(71)Applicant : LUCENT TECHNOLOG INC

(22)Date of filing : 29.09.1998

(72)Inventor : FRIGO NICHOLAS J

(30)Priority

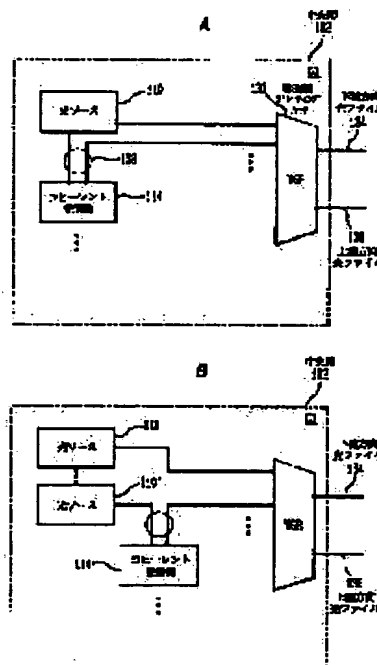
Priority number : 97 940755 Priority date : 30.09.1997 Priority country : US

### (54) OPTICAL DISTRIBUTION SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the coherent optical communication system for an optical network.

**SOLUTION:** The coherent optical communication system is made up of an optical source 110 that generates a downstream optical signal whose part is used to generate an upstream optical signal, a photocoupler 138 that couples the upstream optical signal with an optical signal from a local oscillator, and a coherent receiver 114 that is connected to the photocoupler 138 and receives and processes the coupled optical signal to extract modulated information on the upstream optical signal.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

JAPANESE [JP,11-177534,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION  
TECHNICAL FIELD PRIOR ART TECHNICAL  
PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF  
DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

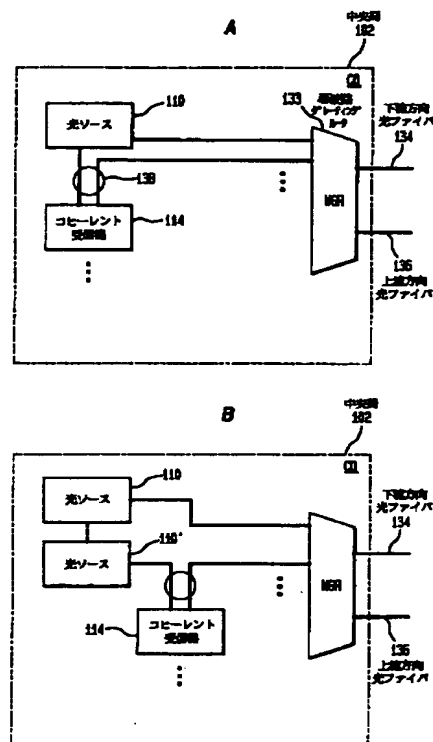
## [Claim(s)]

[Claim 1] The optical source which generates the direction of lower stream of a river optical signal which a part of direction of lower stream of a river optical signal is used, and is received in the destination of this downstream in order to generate the direction of the upstream optical signal on an optical fiber, The optical coupler which is connected to said optical fiber and combines said direction of the upstream optical signal and optical signal of a local oscillation machine, The optical distribution system characterized by connecting with said optical coupler, receiving the optical signal with which the above was combined in order to take out the information modulated on said direction of the upstream optical signal, and consisting of a coherent receiver to process.

[Claim 2] Said optical source is a system according to claim 1 characterized by connecting with said optical coupler and generating said local oscillation machine signal.

[Claim 3] The system according to claim 1 characterized by having further the 2nd light source which is connected to said optical coupler and generates said local oscillation machine signal.

## Drawing selection

Representative drawing 

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical source which generates the direction of lower stream of a river optical signal which a part of direction of lower stream of a river optical signal is used, and is received in the destination of this downstream in order to generate the direction of the upstream optical signal on an optical fiber, The optical coupler which is connected to said optical fiber and combines said direction of the upstream optical signal and optical signal of a local oscillation machine, The optical distribution system characterized by connecting with said optical coupler, receiving the optical signal with which the above was combined in order to take out the information modulated on said direction of the upstream optical signal, and consisting of a coherent receiver to process.

[Claim 2] Said optical source is a system according to claim 1 characterized by connecting with said optical coupler and generating said local oscillation machine signal.

[Claim 3] The system according to claim 1 characterized by having further the 2nd light source which is connected to said optical coupler and generates said local oscillation machine signal.

[Claim 4] Said 2nd light source is a system according to claim 3 characterized by being locked by said optical source.

[Claim 5] In the optical distribution network which has the central office, an optical network unit, and an far-end node said central office The optical source constituted so that the direction of synthetic lower stream of a river optical signal of the direction of lower stream of a river optical signal which has specific wavelength might be generated, In order to take out the information which received the direction lightwave signal of the upstream, and the local oscillation machine lightwave signal, was combined with the optical coupler constituted so that these signals might be combined and a synthetic optical signal might be generated, and said optical coupler, and was modulated on said direction of the upstream optical signal Said combined optical signal is received and it has the receiver to process. Said optical network unit In order to generate said direction of the upstream optical signal, the direction of lower stream of a river optical signal is received, and said a part of direction of lower stream of a river optical signal [ at least ] is used. Said far-end node The optical distribution network characterized by receiving said direction of synthetic lower stream of a river optical signal, delivering said direction of lower stream of a river optical signal to said optical network unit according to wavelength, receiving said direction of the upstream optical signal, and giving this direction of the upstream optical signal to said central office.

[Claim 6] Said optical source is a network according to claim 5 characterized by being combined with said optical coupler and generating said direction of lower stream of a river optical signal, and said local oscillation machine signal.

[Claim 7] The network according to claim 5 characterized by having further the 2nd light source which is combined with said optical coupler and generates said local oscillation machine signal.

[Claim 8] (A) The step which generates the direction of lower stream of a river optical signal with the optical source towards the direction destination of a lower stream of a river, (B) In order to generate said direction of the upstream optical signal with which the direction of the upstream optical signal from said direction destination of a lower stream of a river was received, and the direction information of the upstream was modulated there Step using said a part of direction of lower stream of a river optical signal (C) The step which combines said direction of the upstream optical signal, and a local oscillation machine signal, (D) Correspondence procedure of the optical

information characterized by consisting of a step which processes said combined optical signal in order to reproduce the direction information of the upstream modulated on said direction of the upstream optical signal.

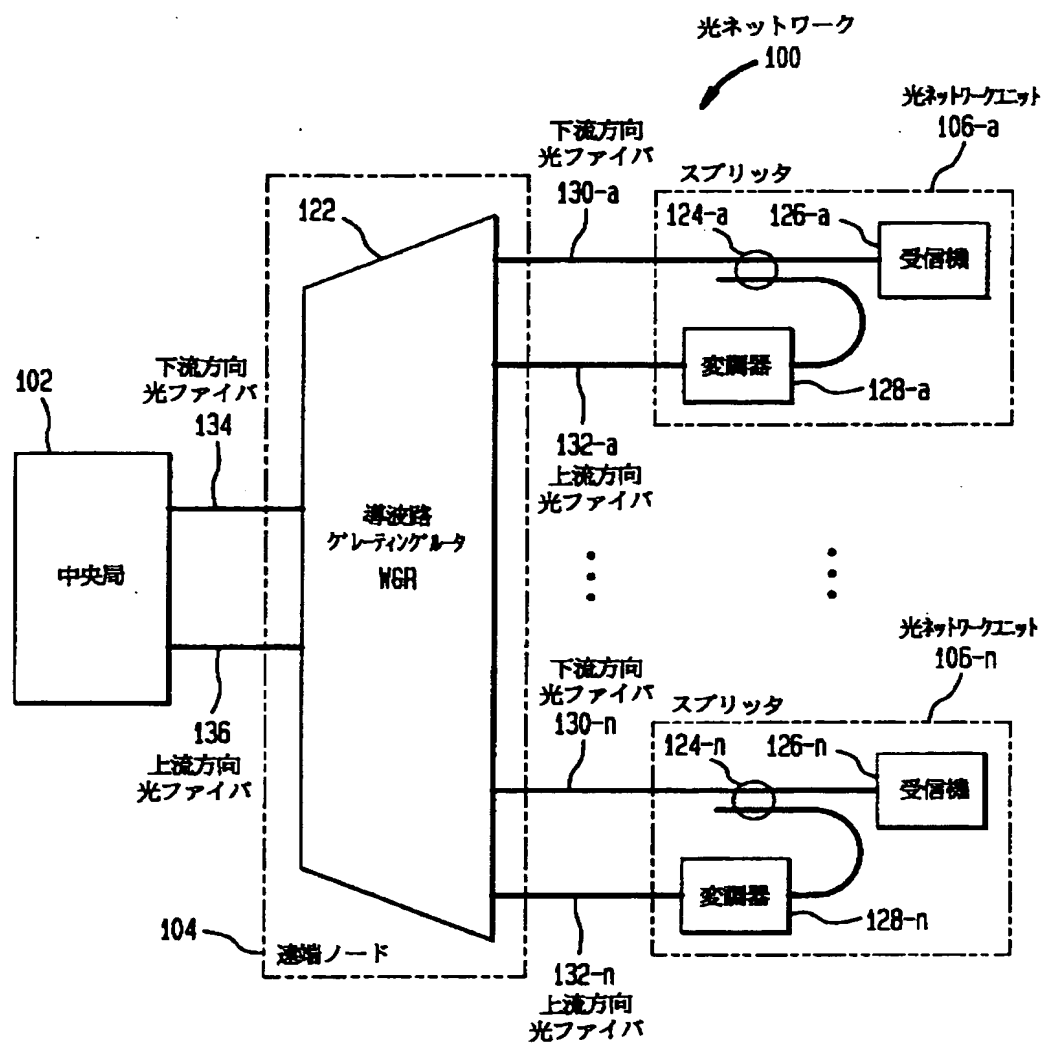
[Claim 9] (E) The approach according to claim 8 characterized by having further the step which generates said local oscillation machine signal with said optical source.

[Claim 10] (F) The approach according to claim 8 characterized by having further the step which generates said local oscillation machine signal with said 2nd light source.

[Claim 11] (G) Step which receives said direction of lower stream of a river optical signal (H) Approach according to claim 8 characterized by having further a step using said a part of direction of lower stream of a river optical signal [ at least ] in order to generate said direction of the upstream optical signal with which the direction information of the upstream was modulated.

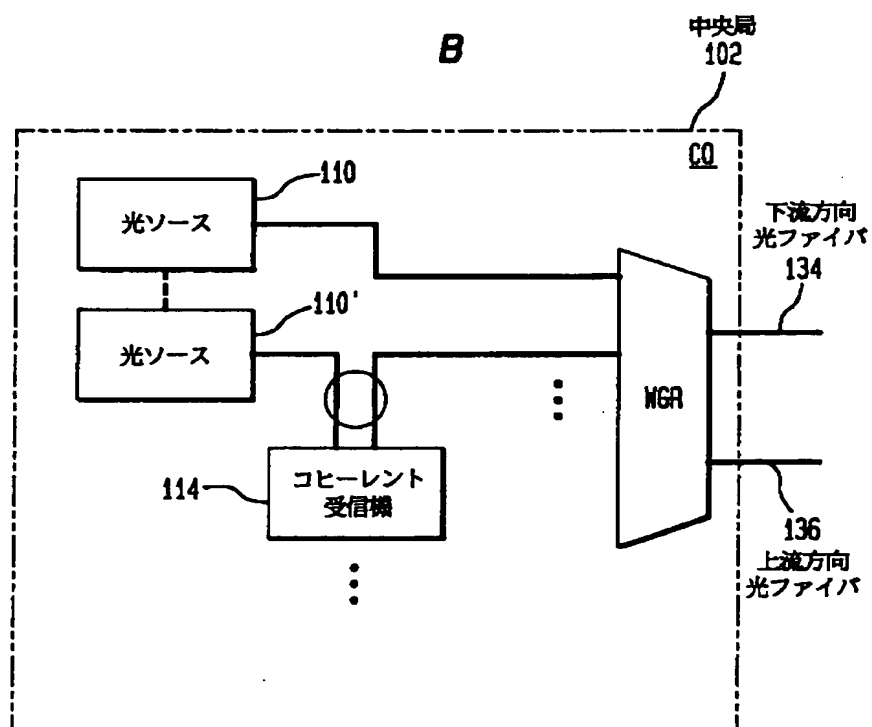
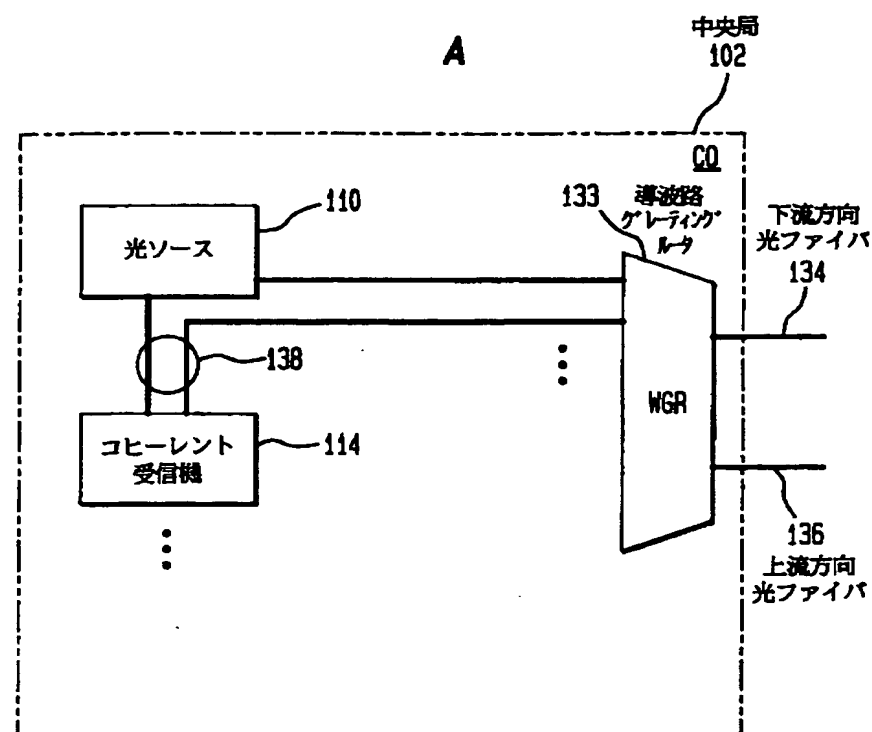
---

[Translation done.]

Drawing selection drawing 2

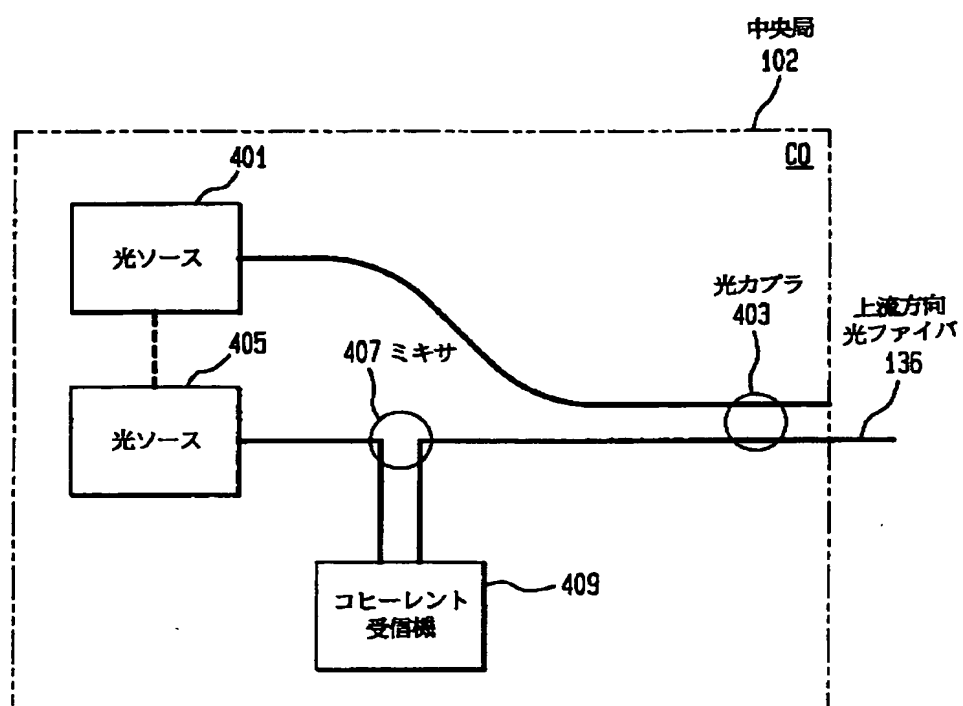
[Translation done.]

Drawing selection drawing 3



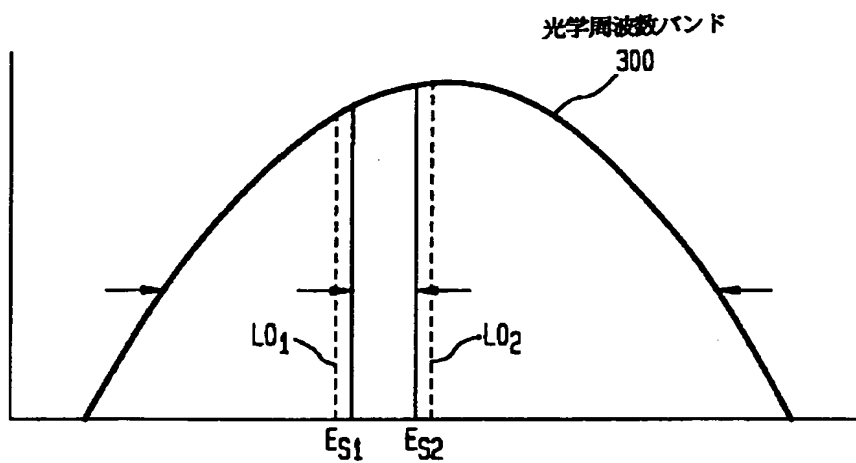
[Translation done.]

Drawing selection drawing 4



[Translation done.]

Drawing selection drawing 4



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-177534

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

H 0 4 J 14/00

H 0 4 B 9/00

E

14/02

N

H 0 4 B 10/20

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-275116

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月29日

(31) 優先権主張番号 08/940755

(32) 優先日 1997年9月30日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド

Lucent Technologies  
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(72) 発明者 ニコラス ジェイ. フリゴー

アメリカ合衆国, 07701 ニュージャージ  
ー、レッド バンク、アンバサダー ドラ  
イブ 160

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

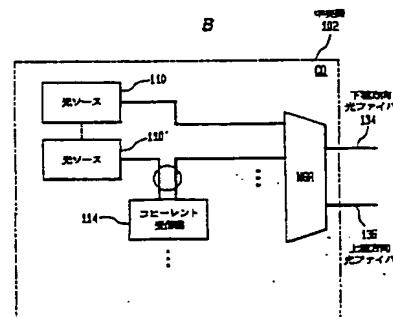
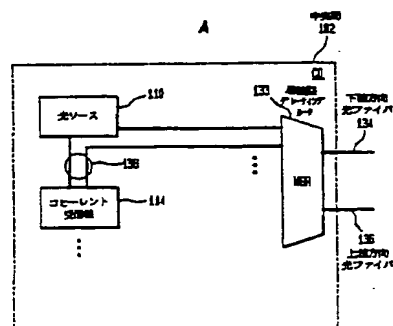
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分配システム

(57) 【要約】

【課題】 光ネットワーク用のコヒーレント光学通信システムを提供する。

【解決手段】 本発明のコヒーレント光学通信システムは、上流方向光学信号を生成するためにその一部が使用される下流方向光学信号を生成する光ソース110と、前記上流方向光学信号とローカル発振機の光学信号を結合する光ブラ138と、前記光ブラに接続され、前記上流方向光学信号上で変調された情報を取り出すために前記結合された光学信号を受信し処理するコヒーレント受信機114とからなることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバ上に上流方向光学信号を生成するために、下流方向光学信号の一部が使用され、この下流側の宛先で受信される下流方向光学信号を生成する光ソースと、

前記光ファイバに接続され、前記上流方向光学信号とローカル発振機の光学信号を結合する光カブラと、  
前記光カブラに接続され、前記上流方向光学信号上で変調された情報を取り出すために前記の結合された光学信号を受信し、処理するコヒーレント受信機とからなることを特徴とする光分配システム。

【請求項 2】 前記光ソースは、前記光カブラに接続され、前記ローカル発振機信号を生成することを特徴とする請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】 前記光カブラに接続され、前記ローカル発振機信号を生成する第 2 光ソースをさらに有することを特徴とする請求項 1 記載のシステム。

【請求項 4】 前記第 2 光ソースは、前記光ソースにロックされることを特徴とする請求項 3 記載のシステム。

【請求項 5】 中央局と光ネットワークユニットと遠端ノードとを有する光分配ネットワークにおいて、  
前記中央局は、

特定の波長を有する下流方向光学信号の合成下流方向光学信号を生成するよう構成された光ソースと、  
上流方向光信号とローカル発振機光信号とを受信し、これらの信号を結合して合成光学信号を生成するよう構成された光カブラと、

前記光カブラに結合され、前記上流方向光学信号上で変調された情報を取り出すために、前記結合された光学信号を受信し、処理する受信機と、

を有し、  
前記光ネットワークユニットは、前記上流方向光学信号を生成するために下流方向光学信号を受信し、前記下流方向光学信号の少なくとも一部を利用し、

前記遠端ノードは、前記合成下流方向光学信号を受領し、波長に応じて前記下流方向光学信号を前記光ネットワークユニットに配送し、前記上流方向光学信号を受信し、この上流方向光学信号を前記中央局に与えることを特徴とする光分配ネットワーク。

【請求項 6】 前記光ソースは、前記光カブラに結合され、前記下流方向光学信号と前記ローカル発振機信号とを生成することを特徴とする請求項 5 記載のネットワーク。

【請求項 7】 前記光カブラに結合され、前記ローカル発振機信号を生成する第 2 光ソースをさらに有することを特徴とする請求項 5 記載のネットワーク。

【請求項 8】 (A) 下流方向宛先に向けて光ソースにより下流方向光学信号を生成するステップと、

(B) 前記下流方向宛先からの上流方向光学信号を受領し、そこに上流方向情報が変調された前記上流方向光

学信号を生成するために、前記下流方向光学信号の一部を利用するステップと、

(C) 前記上流方向光学信号とローカル発振機信号とを結合するステップと、

(D) 前記上流方向光学信号上に変調された上流方向情報を再生するために前記結合された光学信号を処理するステップとからなることを特徴とする光情報の通信方法。

【請求項 9】 (E) 前記光ソースにより前記ローカル発振機信号を生成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】 (F) 前記第 2 光ソースにより前記ローカル発振機信号を生成するステップをさらに有することを特徴とする請求項 8 記載の方法。

【請求項 11】 (G) 前記下流方向光学信号を受信するステップと、

(H) 上流方向情報が変調された前記上流方向光学信号を生成するために、前記下流方向光学信号の少なくとも一部を利用するステップとをさらに有することを特徴とする請求項 8 記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学通信システムに関し、特にコヒーレント光学通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバによる通信技術は、その低損失性と幅広いバンド幅の特性により長距離の電話ネットワークに完全に利用されるようになってきている。ローカルループのアプリケーションの領域においては、経済的に魅力的な選択事項として徐々に展開されている。多くの研究努力がローカルループのアプリケーション内において光ファイバによる通信（ローカルループにおける光ファイバ）を実現するための技術の開発に向けられている。しかし、ローカルループのアプリケーションにおいて光ファイバによる光学通信を実現するためのコスト、容量、切り換えの問題は、依然として解決しなければならない。

【0003】近年、より費用効果的にローカルループに光ファイバを導入する努力に向けて技術が開発されている。例えば、受動型光ネットワーク（passive optical network - PON）は、中央局（central office - CO）またはホストデジタル端末とネットワークの加入者の端末装置との間に光学信号をやりとりするための能動的な素子を必要とすることのない光学通信システムである。PON は CO から複数の遠端ノードの各々に延びる複数の光ファイバからなる第 1 のスターとして具体化される。

【0004】各遠端ノードは、その遠端ノードから複数の光ネットワークユニット（optical network units - ONU）に延びる第 2 の複数の光ファイバから構成され

る第2スターへの中央局として見る事ができる。光ファイバをローカルループに展開すると考えられる2つの公知のPONのアーキテクチャは、"Telephone Over Passive Optical Networks" (TPON) と、"Passive Photonic Loops" (PPL) である。

【0005】TPONのアーキテクチャにおいては、COは共通信号を全てのエンドユーザに放送する。情報は、時分割多重化(TDM)信号および/またはサブキャリア多重化チャネルの場合には個々のタイムスロット内でブロードキャスト信号内で分離されている。遠端ノードにおけるスターカブラは、このブロードキャスト信号を光ネットワークユニットに分配する。

【0006】上流方向への情報は、各ONUから特定のタイムスロット内で送信され、遠端ノードで受信され、そしてCOに多重化されて向けられる。時間的な衝突の管理および分配された光学パワーとエンドユーザの数との間のトレードオフにより、従来のTPONアーキテクチャのアップグレードの可能性と展開が制限されてしまう。

【0007】一方PPLアーキテクチャにおいては、各ONUには唯一の波長が割り当てられ、光学情報は伝送信号内で波長分離されている。波長分割多重化(WDM)PONのスキームにおいては、COは各ONUに唯一の波長を割り当てている。光学情報は、COから複数の遠端ノードの1つのノードに波長にしたがって伝送される。各遠端ノードは、その受信信号を光学的に分離し、波長により分離化された信号を各ONUに向けている。

【0008】上流方向の伝送に対しては、各ONUは、そのONUに割り当てられた波長における個々の光学送信機を有する。各ONUは、信号を遠端ノードに送信し、そこで信号は合成信号に組み込まれてCOに送信される。WDMPONにおいては、加入者に意図された全ての光はその加入者に向けられ、そしてその逆も行われるために一般的にパワーバジェット(予算)が優れているが、WDMPONを実現するには極めてコストが高い。例えば、加入者はONUにおいて波長仕様のレーザを保有しなければならない。

【0009】ローカルループのアプリケーションの光ファイバに対しWDMPONを実現し、その動作を改良するためのコストを低減するために、Communication System Based on Remote Interrogation of Terminal Equipment (RITE-Net(R))が開発され、これは米国特許第5,559,624号に開示されている。この前掲の624特許においては、COは下流方向情報により変調された光学信号を加入者のONUに波長分割多重化ネットワークを介して送信する。

【0010】この下流方向の光学信号の一部はONU内で検出され、その結果下流方向の情報が再生され、そして残りの部分はONUの上流方向の情報により再変調さ

れCOに戻される。かくして624特許に開示されたシステムは、各ONUにおいて波長仕様の光ソースの必要性を回避している。かくしてRITE-Net(R)システムは、各ONUに必要とされる装置のコストを低減している。このRITE-Net(R)システムは、低コストでWDMの性能の潜在的能力を提供することに加え、RITE-Net(R)システムはフレキシブルであり、既存のシステムに組み込まれた際には、さらに余分のパワーの消費が可能となる。

【0011】このRITE-Net(R)アーキテクチャは、多くの利点があるが、ある時点で容量に対する必要性が課題となり、数百Mb/sの容量を有する専用レーザでさえ不十分となり得る。その時点においては、下流方向と上流方向の信号の両方に対し中央局レーザが提供する光のもつ本質的なパワーの限界によりネットワークの容量を制限してしまう。したがって、より高級な光学受信機がCOで必要とされ、上流方向の信号の損失予想を改善しなければならない。

【0012】一般的にコヒーレント光学受信機は光学ローカル発振レーザを有し、このレーザは遠端送信機からの来入信号にロックされ、自乗法則の光検出機がヘテロダインまたはホモダインモードで用いられる。ヘテロダインモードにおいては、光学ローカル発振レーザの波長は、遠端送信機の波長とは区分され、受信機内でビート周波数を生成する。

【0013】一方ホモダインモードにおいては、ローカル発振機は同一の光学波長で来入キャリア波に位相ロックされる。この両方の場合において、ローカル発振機からの基準情報は、光検出機の表面における来入光学信号と組み合わせられ、この光検出機が2つの光学信号の積に比例する電流を生成する。特にキャリア光電流は、光学信号フィールドに線形に依存し、ローカル発振機により生成された電解に比例する係数で増幅される。

【0014】コヒーレント光ファイバシステムは、受信機の感受性と選択性を大幅に改善する潜在的能力を有する。コヒーレント受信機により提供されるこれらの潜在的能力的増加により光学周波数において、近接して離間したキャリア上でより多くのチャネルが送信可能で、これにより容量が増加することになる。ローカル発振機の周波数を決定し、生成し、ロックするために受信信号を復調するために、正確なローカル発振機の周波数を提供するために、受信キャリア周波数を必要とするようなコヒーレント光学システムの不利な点は、それを実現することがコスト的に困難なことである。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】したがって本発明の目的は、このようなコヒーレントシステムの利点を提供し、かつ前述したような欠点を取り除くような光通信システムを提供することである。さらに本発明は、光ネットワークで使用されるコヒーレント光学通信システムを

10

20

30

40

50

提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明のコヒーレント光学システムは、光カブラ即ち受信した上流方向の光学信号と光学ローカル発振機信号を組み合わせる結合機を有する。さらに本発明のコヒーレント光学システムは、コヒーレント光学受信機を有し、この受信機は上流方向の光学信号から上流方向情報を取り出すために、光学カブラからの組み合わせられた光学信号を受信し、処理するよう構成されている。

【0017】一実施例においては、本発明のコヒーレント光学通信システムは、特定の波長（または波長の組）の下流方向の光学信号から構成される合成下流方向光学信号を生成する光ソースを有する中央局を有する。特定の波長（または波長の組）を有する下流方向の光学信号は、下流方向の宛先に向けられ、この下流方向の光学信号の一部（上流方向の上方でもって変調された後の）は、合成上流方向光学信号の一部である特定の波長の上流方向光学信号として中央局に戻される。

【0018】この中央局においては、光学カブラまたは結合機が受信した上流方向光学信号と光学ローカル発振機信号とを組み合わせ、そしてコヒーレント光学受信機がこの組み合わせられた光学信号を処理する。下流方向の光学信号を生成する光ソースは、ローカル発振機信号を生成する光ソースと同一または類似の構成をしている。

【0019】かくして、本発明のコヒーレント光学システムは、ローカル発振機信号を生成する際の問題とコストを削除するが、その理由は同一または類似のソースが既に利用できるからである。下流方向光学信号を生成する同一または類似構成の光学信号とローカル発振機システムにより加入者の場所において、波長が登録され、安定化された光ソースの余分のコストを必要とすることなく容量の増加が可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】光分配ネットワーク用に、本発明によるコヒーレント光学分配システムの一実施例を現代の光分配ネットワークに関連したコストを低減し、性能を向上させるためにいかに実現されたかを以下説明する。本発明のコヒーレント光信号検出システムは、波長選択性および効果的な増幅を行う等の優れた利点がある。光分配ネットワーク内に本発明のコヒーレント光通信システムを用いることによりいくつかの利点がある。

【0021】コヒーレント検出を利用するための障害の1つは、受信した上流方向信号を適正に復調するために、正確なローカル発振機（LO）信号周波数を提供するために、受信した上流方向キャリア周波数を獲得する必要がある点である。ローカル発振機信号の周波数を決定し、生成し、ロックすることは、実現するのは困難であり、コストのかかるものである。しかし、RITE-Net(R) アーキテクチャを用いると上流方向信号は下

流方向信号の一部から得ることができる。したがって上流方向信号を生成するソースは、復調が行われる中央局にあるため、同一または類似のソースを用いてLO信号を生成することができる。

【0022】図1にはコヒーレント上流方向通信リンクを含む光ネットワーク100が示されている。この光ネットワーク100は、遠端ノード104に下流方向光ファイバ134、上流方向光ファイバ136を介して光学的にリンクされた中央局102を有する。遠端ノード104は、1つあるいは複数の光ネットワークユニット（ONU）106-a乃至106-nに1つあるいは複数の対のファイバ（例、下流方向光ファイバ130-a-nと上流方向光ファイバ132-a-n）を介して光学的にリンクされている。

【0023】RITE-Net(R) アーキテクチャを用いると、下流方向光学信号は中央局102において合成した下流方向光学信号あるいは波長分割多重化（WDM）信号に形成され、下流方向光ファイバ134を介して遠端ノード104に送られる。遠端ノード104は波長選択デバイス、例えば導波路グレーティングルータ（WGR）122を有し、このWGR122は下流方向光ファイバ134上のWDM信号の適当な波長（あるいは波長範囲）を適当なONU106に配送する。したがってONU106はその割り当てられた波長（または波長の組）で、適当な信号を受信する。

【0024】同図に示すようにONU106-a-nは、それぞれスプリッタ124-a-nを用いて下流方向光ファイバ130-a-nを介して受信した信号を分離する。このスプリッタ124は、例えば光学信号のエネルギーの一部を受信機126に、そしてまた光学信号のエネルギーの一部を変調器128に向けるような光学スプリッタからなる。これらの素子の一部または全ては、集積するのが望ましい。さらに変調器128は、光学ゲインを与えることもできる。この変調器128は、上流方向情報を用いて光学信号の分離部分をさらに変調する（例えば、既に変調された来入信号を潜在的に変調する）、そしてそれは遠端ノード104に上流方向光ファイバ132を介して送信される。

【0025】遠端ノード104において、ONU106-a-nからの上流方向光学信号は、WGR122により光学的に結合され、合成上流方向光学信号あるいはWDM信号を形成し、この信号が中央局102に上流方向光ファイバ136を介して送信される。多重化機能および脱多重化機能の両方を実行するために、導波路グレーティングルータを用いることは、従来の独立した波長分割マルチプレクサ対が追跡の問題、基準の問題を生成するために好ましい。

【0026】ONU106-a-nおよび/または遠端ノード104は、上流方向光ファイバ132-a-nまたは136上で伝送する前に上流方向光学信号を増幅するた

10

20

30

40

50

めに、エルビウムドープファイバ増幅機のような光学増幅機（図示せず）を含むこともできる。しかし、本発明によれば、コヒーレント検出は受信信号の効果的な増幅を行うので、このような増幅機は増幅機の使用を回避でき、その結果余分のコストの削減が可能となる。

【0027】図2Aは、本発明の一実施例による中央局102を示す。同図に示すように中央局102はレーザのような光ソース110を有し、特定の波長（または波長の組）を有する下流方向光学信号を変調し送信する。この実施例においては、下流方向光学信号は導波路グレーティングルータ（WGR）133による合成下流方向光学信号に変形され、この合成下流方向光学信号は遠端ノード104（図1）に下流方向光ファイバ134を介して送信され、そこで合成下流方向光学信号は分離され波長によりONU106に分配される。

【0028】合成上流方向光学信号は、中央局102が上流方向光ファイバ136を介して受信し、WGR133はこの合成上流方向光学信号から特定の波長を有する上流方向光学信号を光カブラ138に配送する。この光カブラ138は、受信した上流方向光学信号と局部発振機光学信号LOとを合成する。

【0029】この合成された光学信号はコヒーレント受信機114に与えられ、このコヒーレント受信機114は必要によりこの合成信号を処理する。この実施例においては、コヒーレント受信機114は合成光学信号を受信し、検出し、混合してそれを電気信号に変換する。コヒーレント受信機114は自乗法則検出機として動作するホトダイオードのような光検出機を有し、この合成光学信号の混合作用を実行する。

【0030】かくして混合は、光ダイオード上で行われるその理由は、光ダイオードは、光ダイオード上に入射する合成光学信号の電解の自乗に比例する電流を生成するからである。この実施例においては、混合は自乗プロセス内で行われる。合成光学信号の非線形光学処理の別の実施例を用いて、合成光学信号を混合することもできる。さらにこの実施例においては、光ソース110と光カブラ138とコヒーレント受信機114は、それぞれ特定の波長（あるいは波長の組）として示されている。

【0031】パワーバジェット、複雑さ、スループット等を考慮する必要がない場合には、WGR133は必ずしも必要ではない。特定の波長（または波長の組）を有する光学信号を生成する複数の光ソース110と、それぞれの合成光学信号を生成するために、LO信号と上流方向光学信号とを組み合わせた複数の結合機と、合成信号を受信し、処理する複数の受信機を含む実施例も可能である。他の構成も当然のことながら可能である。例えば、特定の波長（または波長の組）を有する光学信号を生成する1個の光ソース110を複数のコヒーレント受信機114と複数の光カブラ138と共に用いることも

できる。

【0032】ローカル発振機信号と低振幅信号とを組み合わせるによりコヒーレント検出は、低振幅光学信号が受信機で容易に検出可能となる。その理由は、光学信号はローカル発振機信号により生成される電解に比例する係数でもって増幅されるからである。特にヘテロダインコヒーレント受信機においては、ローカル発振機信号は受信端から送信されるために、ローカル発振機信号の電解の振幅 $E_L$ は、来入する光学信号の電解の振幅 $E_S$ よりもはるかに大きいと仮定することができる。ここで、 $E_L \cos(\omega_s + \omega)t$ はローカル発振機の電解で、 $E_S \cos \omega_s t$ は来入信号の電解で、 $\omega_s$ は光学信号の周波数で、 $\omega$ はビート周波数である。

【0033】コヒーレント受信機114により生成される電流 $i_c(t)$ は合成光学信号の自乗即ち、 $E_L^2 + E_S^2 + 2E_L E_S \cos \omega t$ に比例する。電流信号の $E_L^2$ 部分は、DC成分で容易にフィルタで除去できる。電流信号の $E_S^2$ 部分は、ローカル発振機の電解が来入信号の電解よりも十分に大きいと仮定すると無視可能の程小さく、したがって無視する。残されたものは $2E_L E_S \cos \omega t$ の部分であるが、これは容易に受信可能で必要により処理できる。かくしてコヒーレント検出は、有効な増幅を与えることができ、これにより非常に小さい振幅の光学信号も受信機で検出が可能となる。

【0034】スター構成を用いることにより適当なローカル発振機の光ソース110は、中央局102に既に存在した上流方向光学信号ソースの周波数にロックされ、かくしてLO信号の周波数を生成し、ロックすることに関連する困難さおよび費用を回避できる。即ち下流方向信号を生成するために、そしてその結果上流方向光学信号を生成するために用いられるまさに同一の光ソース110を用いてローカル発振機信号を生成することができる。LO信号を提供する方法は、コストを削減し効率的である。

【0035】本発明の別の実施例においては、下流方向信号を生成するのに用いられる光ソース110と同一の別の信号ソースを用いてローカル発振機信号を生成することができる。別のローカル発振機信号ソースを用いることにより、下流方向光学信号とローカル発振機信号LOの両方を生成するために、光ソース110を用いることによるコヒーレント光学通信システムの実施例に関連する時間をシェアする問題を回避することができる。

【0036】したがって、図2Bに示すように中央局102における別の光ソース110'は、ローカル発振機信号LOを生成するために専用される。光ソース110'は光ソース110と同一のものでもよく、あるいは受信した上流方向光学信号を復調するために必要とされる適当なローカル発振機信号LOを生成するために、光ソース110にスレーブ即ちロックされる構成でもよい。

【0037】本発明は、かくして光学信号を通信する効率的な方法を提供し、これにより各ONUにおける増幅をする必要がなくなる。さらにまた、本発明によりスループットを増加することにつながるより大きな周波数選択性が得られる。例えば、図3は特定のONU106用の光ソース110（図2A、2B）により生成された光学周波数バンド300を表す。ローカル発振機信号を選択的にチューニングすることにより、異なる周波数をコヒーレント受信機114（図2A、2B）用を選択することができる。

【0038】例えばES1のような1個の信号が光学周波数バンド300内にあると、コヒーレント受信機114はローカル発振機信号LO1を同一の周波数に合わせることに信号ES1を受信する。コヒーレンスは周波数選択性を与えるために、例えばES2のような別の信号が光学周波数バンド300に加えることができ、これによりスループットが増加する。コヒーレント受信機114は、ローカル発振機信号LO2を適当な周波数に選択的にチューニングすることにより信号ES2を受信する。

【0039】これを行うに際し、ローカル発振機信号LO1、LO2は、光学周波数バンド300内で互いに5GHzまたは10GHz移動可能で、その結果信号ES1は周波数LO1で情報を有し、信号ES2は周波数LO2で情報を有する。かくしてこのような選択的チューニングは、適切に同調されたフィルタ、別個のレーザまたはローカル発振機信号の周波数をシフトする別の方法により達成することができる。

【0040】本発明により、中央局の場所からの診断動作が可能となる。中央局で行われる公知の診断操作は、時間領域の光反射計（OTDR）テストである。このテストは、例えばJ. M. Senior 著の "Optical Fiber Communication," pp. 822-27 (Prentice Hall 1992) に記載されている。

【0041】OTDRテストにおいては、光パルスが光ファイバの一端、例えば中央局に与えられる。後方散乱効果（backscatter effects）に起因して反射されて戻された光を測定することが行われる。この後方散乱された光を測定することにより光学リンクの状態をノードに与えることができる。一般的に、特定のONUが中央局と通信できない場合には、光ファイバケーブルが切断されたかおよびそのおよその位置を決定するためにOTDRテストが実行される。しかし、後方散乱光は振幅が非常に小さいためにその光を適切に受信し、処理することは困難である。

【0042】本発明はコヒーレント検出とそれに関連して行われる増幅を用いることにより低振幅の後方散乱光を容易に受信し、処理することができる。図4に示すように光ソース401を用いて光パルスを生成し、それを上流方向光ファイバ136に例えば光カブラ403を介して送信する。光ソース405は、光ソース401にロ

ックされているが、それを用いて後方散乱光のコヒーレント検出用に適切なローカル発振機信号LOを生成する。

【0043】ローカル発振機信号LOをミキサ407により後方散乱された光学信号と混合する。その後この混合された信号を受信し、必要に応じて処理してバック散乱光の測定を行い、その結果を用いて光ファイバケーブルの故障点の位置を決定する。したがって、コヒーレント検出を使用することにより非常に低い振幅の光学信号を容易に受信し、処理して故障検出とその分離が可能となる。

【0044】本発明によるコヒーレント光通信システムの別の構成は、素子を省略したりあるいは追加したり、特定の実施例によっては異なる計を用いて現代の光分配ネットワークに関連したコストを低減し、性能を向上させるために上記の構成の変形例を用いることができる。さらに、コヒーレント光通信システムの別の構成例は、受信した光学信号を増幅し、スループットを増加し、性能を改善することになるような周波数選択性を増加させるコヒーレント光信号検出に基づいて可能である。

【0045】受信した上流方向信号を適切に復調するために正確なローカル発振機（LO）信号周波数を得るために、ある種の実施例では下流方向信号を提供するために、上流方向信号を生成するために、同一の信号ソースを用いている、そして下流方向信号を生成するソースは中央局にあり、そこで受信した上流方向信号が復調されるので、同一または類似の信号ソースを用いて上流方向信号とLO信号を生成することができる。

【0046】本発明の実施例においては、複数の構成素子を用いた例を用いて説明したがこれらの素子は集積回路あるいは別の形態のWGR、あるいはONUにおける別の受信機あるいはコヒーレント光学通信システムの別の側面を実行する本発明の変形例を用いることもできる。例えば本発明によるコヒーレント光通信システムを利用する中央局は、様々な形態をとることができる。さらにまた本発明は特定の集積回路、ソフトウェアにより駆動される処理回路、あるいは他の個別の素子を組み合わせて本発明のコヒーレント光学通信システムを実現することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ライトネットシステムで使用されるようなスター光学分散アーキテクチャを表す図

【図2】本発明の一実施例を実行するための中央局のブロック図

【図3】本発明の一実施例の利点を表すグラフ

【図4】本発明の一実施例による時間領域光反射計（optical time domain reflectometry - OTDR）を実行するための中央局のブロック図

【符号の説明】

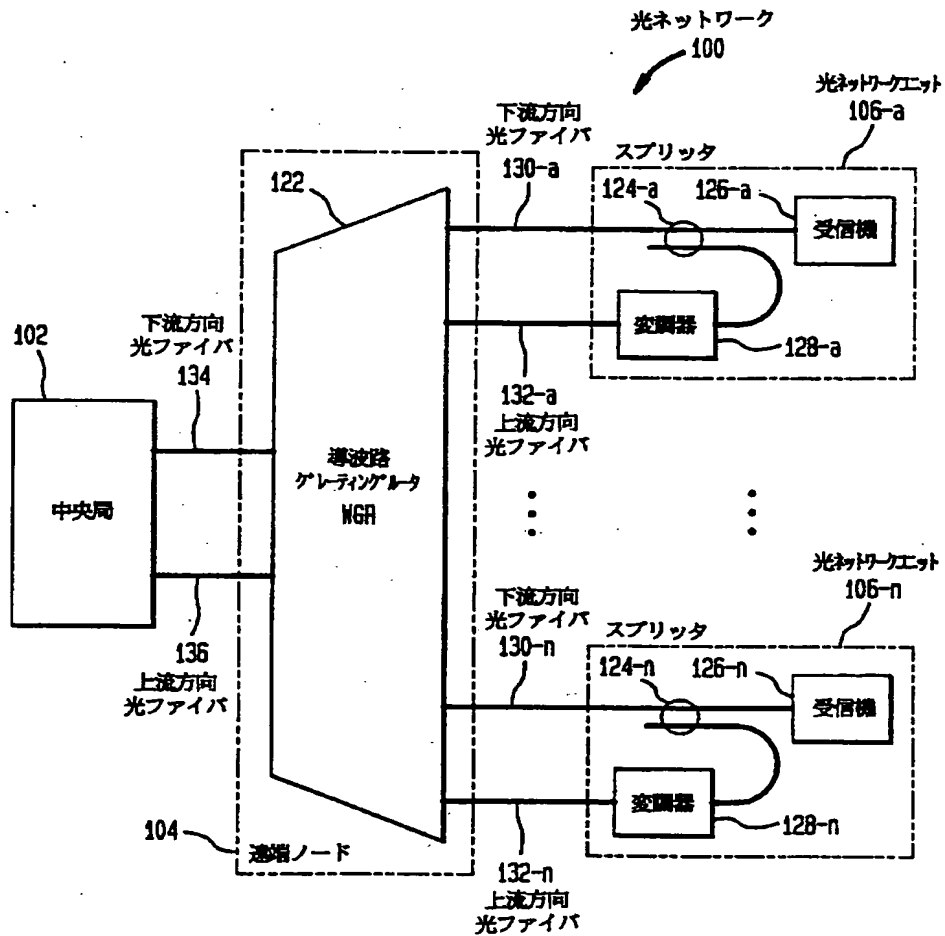
100 光ネットワーク

102 中央局  
 104 遠端ノード  
 106 光ネットワークユニット (ONU)  
 110 光ソース  
 114 コヒーレント受信機  
 122, 133 導波路グレーティングルータ (WGR)  
 124 スプリッタ  
 126 受信機

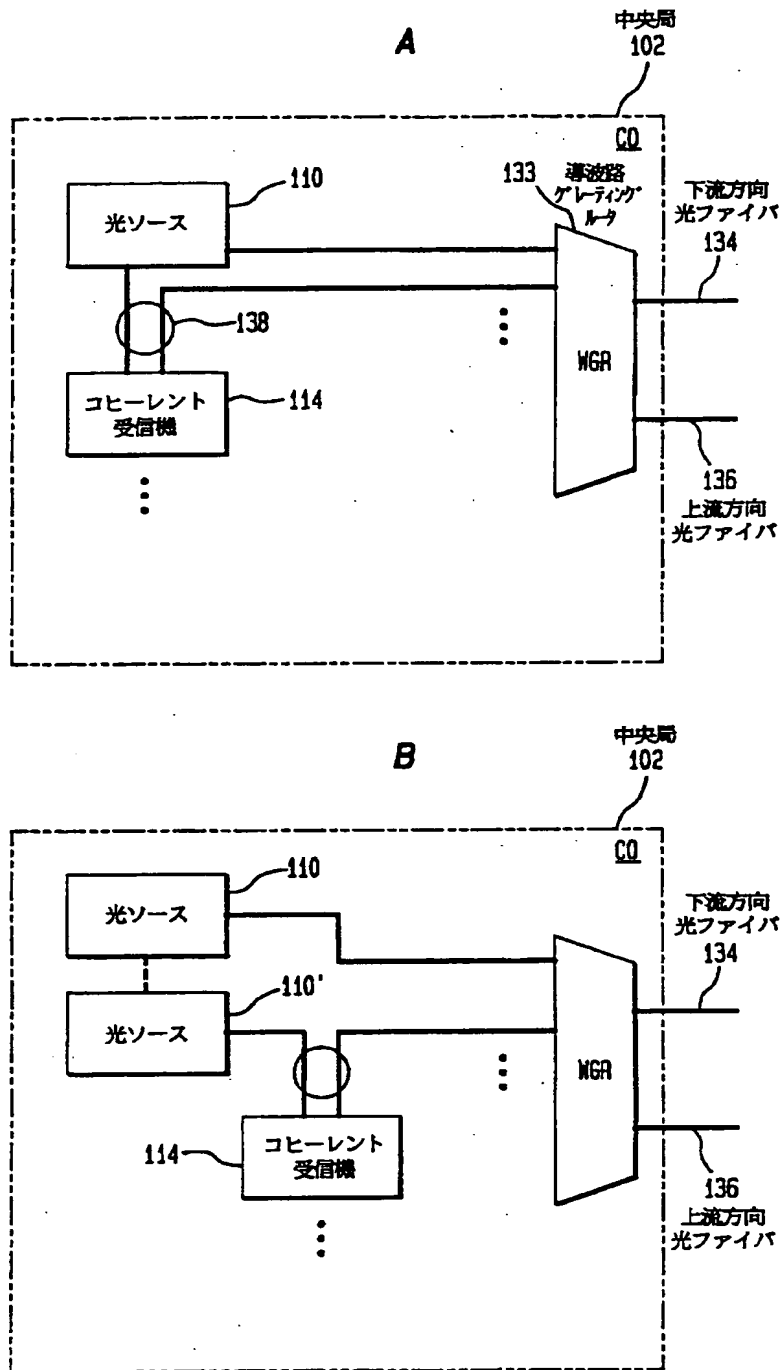
\* 128 変調器  
 130, 134 下流方向光ファイバ  
 132, 136 上流方向光ファイバ  
 138, 403 光カプラ  
 300 光学周波数バンド  
 401, 405 光ソース  
 407 ミキサ  
 409 コヒーレント受信機

\*

【図1】

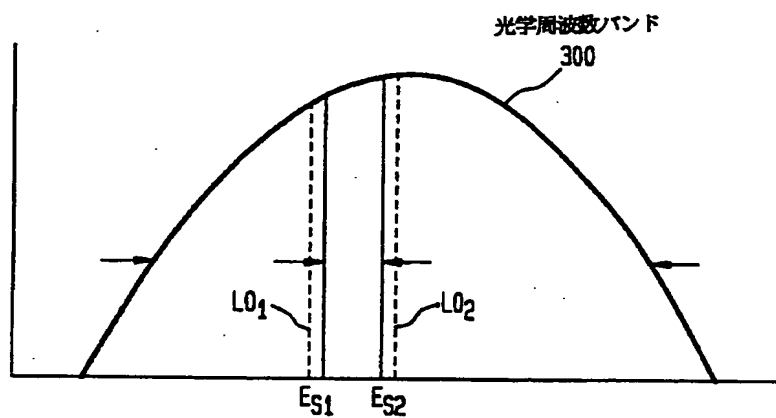


【図2】

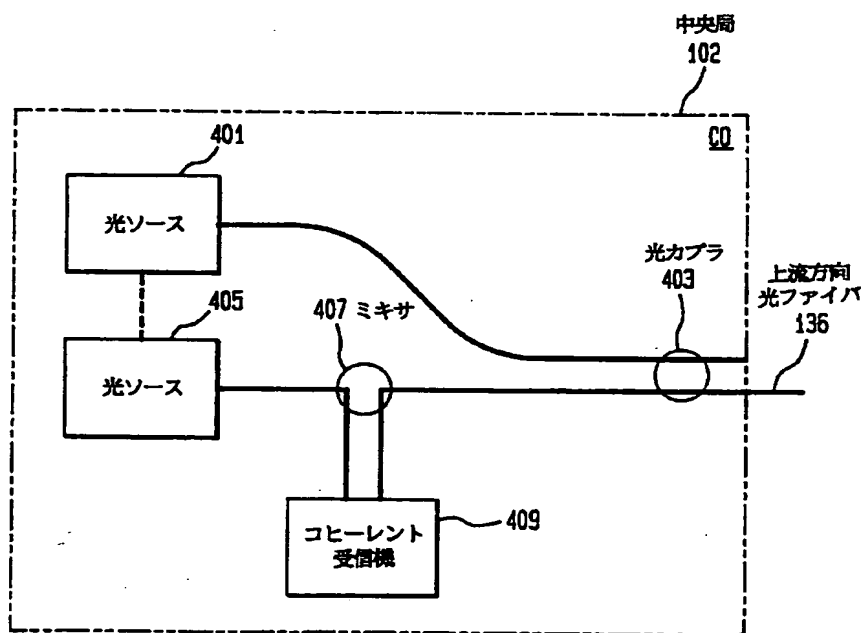




【図3】



【図4】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259  
 600 Mountain Avenue,  
 Murray Hill, New Je  
 rsey 07974-0636U. S. A.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**